

⑨ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift  
⑪ DE 3806785 A1

⑤① Int. Cl. 4:  
B41J 3/21  
// G02B 26/10

②① Aktenz Ichen: P 38 06 785.4  
②② Anmeldetag: 2. 3. 88  
②③ Offenlegungstag: 15. 9. 88

Behördeneigentum

DE 3806785 A1

③① Unionspriorität: ③② ③③ ③④  
06.03.87 JP P 50096/87

⑦① Anmelder:  
Hitachi, Ltd.; Hitachi Koki Co., Ltd., Tokio/Tokyo, JP

⑦④ Vertreter:  
Strehl, P., Dipl.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing.;  
Schübel-Hopf, U., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.; Groening,  
H., Dipl.-Ing., Pat.-Anwälte; Schulz, R., Dipl.-Phys.  
Dr.rer.nat., Pat.- u. Rechtsanw., 8000 München

⑦② Erfinder:  
Arimoto, Akira, Kodaira, Tokio/Tokyo, JP; Saito,  
Susumu, Hachioji, Tokio/Tokyo, JP; Mochizuki,  
Takeshi, Mito, Ibaragi, JP

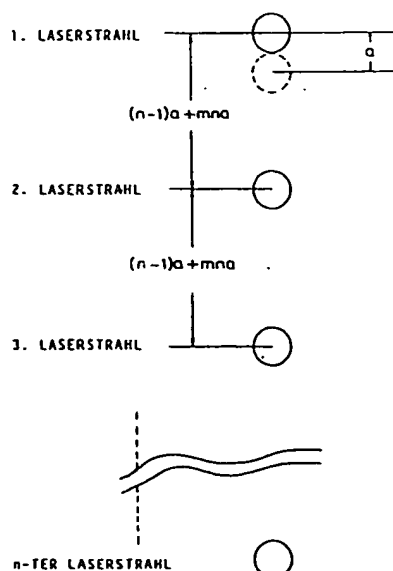
Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Optischer Drucker

Bei dem optischen Drucker werden, wenn eine Anzahl (n) von Laserstrahlen gleichzeitig zur Ausführung eines Abtastvorganges verwendet wird, die Positionen der Lichtpunkte der Laserstrahlen sowohl in der primären Abtastrichtung als auch in der sekundären Abtastrichtung so eingestellt, daß die Beziehung  $l = (n-1)a + m \cdot n \cdot a$  erfüllt ist, wobei m eine positive ganze Zahl ( $m \geq 1$ ); a der Abstand zwischen benachbarten Abtastzeilen in der sekundären Abtastrichtung auf der Druckfläche des optischen Druckers nach dem Druckvorgang; und l der Abstand zwischen benachbarten Laserstrahlen in sekundärer Abtastrichtung auf der Oberfläche einer lichtempfindlichen Trommel ist. Dadurch können Überlappungen und Lücken in gedruckten Abbildungen vermieden werden, auch wenn der Abstand zwischen benachbarten Laserstrahlen aufgrund der gleichzeitigen Verwendung einer Anzahl von Laserstrahlen während der Abtastung vergrößert ist.

FIG. 6

POSITION DER LASER-LICHTPUNKTE



DE 3806785 A1

## Patentansprüche

1. Optischer Drucker, bei dem für einen Abtastvorgang gleichzeitig eine Anzahl von Laserstrahlen unter Verwendung einer einzigen optischen Ab-  
lenkeinheit benutzt werden, dadurch gekennzeichnet, daß der Abstand  $l$  zwischen benachbarten Laserstrahlen in der sekundären Abtastrichtung auf einem lichtempfindlichen Körper gemäß der Gleichung  $l = (n - 1)a + m \cdot na$  eingestellt ist, wobei  $a$  der Abstand zwischen benachbarten Druck-Ab-  
tastzeilen;  $n$  die Anzahl der verwendeten Laserstrahlen und  $m$  eine positive ganze Zahl ist.

2. Optischer Drucker nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die als Lichtquelle benutzte Laserstrahlquelle aus einer Anzahl von diskreten Halbleiterlasern (11, 12) besteht, daß der Abstand zwischen den abtastenden Strahlen in der sekundären Abtastrichtung mittels abgeteilter Photodetektoren ( $A_1$  bis  $A_4$ ) differentiell festgestellt wird; daß eine Einrichtung zur Aufrechterhaltung des Abstandes zwischen den benachbarten Abtastzeilen in der sekundären Abtastrichtung auf einem vorbestimmten Wert durch eine Regelung mit negativer Rückkopplung vorgesehen ist, die ein Signal verwendet, das den differentiell festgestellten Abstand repräsentiert, und daß zwei abgeteilte Photodetektoren (81, 82), die aneinander in der Haupt-Abtast-  
richtung angrenzen, an einer Stelle an der Außenseite einer Druckbreite des optischen Druckers angeordnet sind, die einem Ende einer von den Laserstrahlen abzutastenden Fläche entspricht.

3. Optischer Drucker nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß als Lichtquelle ein Halbleiterlaser-Array (160) verwendet wird, wobei das Halbleiterlaser-Array zur Einstellung des Abstandes zwischen benachbarten Laserstrahlen in sekundärer Abtastrichtung geneigt ist, und daß zwei abgeteilte Photodetektoren (81, 82), die aneinander in der Haupt-Abtastrichtung angrenzen, als Detektoren für die Abtastposition in der Haupt-Abtastrichtung vorgesehen sind.

4. Optischer Drucker nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der optische Drucker eine Anzahl von Laserstrahlquellen (1011 bis 1014), eine Kollimatorlinse (1007) und eine sammelnde Linse (1009) aufweist, wobei die Laserstrahlquellen so angeordnet sind, daß das Produkt von  $dx \cdot f_2 / f_1$ , wobei  $d$  der Abstand zwischen benachbarten Laserstrahlquellen;  $f_1$  die Brennweite der Kollimatorlinse und  $f_2$  die Brennweite der sammelnden Linse ist, so gewählt werden kann, daß der Abstand  $l$  zwischen benachbarten Laserstrahlen in sekundärer Abtast-  
richtung einen vorbestimmten Wert hat.

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen optischen Drucker, bei dem ein lichtempfindlicher Körper durch Laserstrahlen belichtet wird, wobei diese den Körper eindimensional (linear) abtasten und wobei der Körper im rechten Winkel zu den Laserstrahlen bewegt wird. Insbesondere betrifft die Erfindung einen optischen Drucker, bei dem ein lichtempfindlicher Körper von einer Anzahl von Laserstrahlen gleichzeitig bestrahlt und abgetastet wird.

Es sind Laserdrucker bekannt, bei denen ein lichtempfindlicher Körper von einem einzelnen Laserstrahl mittels eines rotierenden Polygonspiegels abgetastet

wird. Im Hinblick auf die steigende Nachfrage nach Hochgeschwindigkeitsdruckern und aufgrund der Fortschritte bei der praktischen Anwendung von Halbleiterlaser-Arrays wurden auch Drucker entwickelt, bei denen gleichzeitig eine Anzahl von Laserstrahlen zur Abtastung des lichtempfindlichen Körpers verwendet werden. Bei dem herkömmlichen Abtastvorgang mit einer Anzahl von Laserstrahlen wird im allgemeinen ein Einzel-Abtastverfahren angewendet, bei dem beginnend vom oberen Abschnitt einer Abbildungsebene mit  $N$  Laserstrahlen die Abtastung aufeinanderfolgend derart ausgeführt wird, daß zuerst  $N$  Abtastvorgänge gleichzeitig ausgeführt werden, während die  $(N + 1)$ -ten bis  $2N$ -ten Abtastvorgänge gleichzeitig darauffolgend ausgeführt werden.

Die Größe eines Emissionspunktes in einem Halbleiterlaser-Array beträgt 1 bis 3  $\mu\text{m}$  im Durchmesser. Um eine Abtastfolge dicht auszuführen, ist es daher erforderlich, das Array dicht auszubilden und die Abstände zwischen den Lasern auf etwa 1 bis 3  $\mu\text{m}$  festzulegen. Wenn die Laser jedoch so nahe beieinander angeordnet werden, tritt thermisches und elektrisches Übersprechen auf, oder die optischen Resonatoren beeinflussen einander, so daß die einzelnen Laser nicht mehr als unabhängige Lichtquellen angesehen werden können. Folglich ist es erforderlich, die Laser in einem gewissen Abstand voneinander anzuordnen, um das Übersprechen zu begrenzen.

Es ist daher schwierig, den Abstand zwischen zwei benachbarten Emissionspunkten in einem Laserarray, das in einem herkömmlichen Laserdrucker verwendet wird, auf nicht mehr als 50  $\mu\text{m}$  einzustellen.

Anhand der Fig. 1 bis 5 der Zeichnung werden Beispiele für herkömmliche Laserdrucker erläutert. Es zeigt

Fig. 1 die Anordnung des wesentlichen Teils eines bekannten optischen Druckers, bei dem eine Abtastung mit einer Abfolge benachbarter Zeilen mittels eines diagonal angeordneten Halbleiterlaser-Arrays ausgeführt wird;

Fig. 2 bei einem bekannten optischen Drucker den Aufbau zur Steuerung des Abstandes zwischen einer Anzahl von Laserstrahlen in der sekundären Abtastrichtung;

Fig. 3 die wesentlichen Teile eines Photodetektors, der zur Steuerung der Lichtpunkte in einer Abtastung mit einer Abfolge benachbarter Zeilen verwendet wird;

Fig. 4 die Feststellung der Position der Laserstrahlen unter Verwendung von abgeteilten Detektoren, die aneinander in der Hauptabtastrichtung angrenzen; und

Fig. 5 die Streuung von Signalen, die die festgestellten Positionen darstellen, die bei Variationen in der Intensität der Laserstrahlen erhalten werden.

In der Fig. 1 ist dargestellt, daß zum Erhalten einer aufeinanderfolgenden Abtastung benachbarter Zeilen ein Laserarray 1 geneigt angeordnet ist (JP-OS 1 58 251/1979 und die entsprechende US-PS 42 53 102).

Dabei ist es erforderlich, daß das Laserarray als Ganzes zu einer im wesentlichen horizontalen Richtung verschwenkt wird, um es in einem Winkel  $\theta$  zur Vertikalen bzw. zur sekundären Abtastrichtung anzuordnen. Wenn jedoch dieser Winkel  $\theta$  dabei zu groß ist, oder allgemein, wenn ein sehr kleiner Fehler in dem Winkel vorliegt, überlagern sich zwei benachbarte Abtastzeilen, oder diese verlaufen voneinander getrennt. Es ist daher notwendig, diesen Winkel  $\theta$  auf den kleinstmöglichen Wert genau einzustellen, so daß die Ebene, die die Emissionspunkte der Laser enthält, und die Druckfläche ei-

nen geometrieoptisch konjugierten Punkt bilden.

Wenn ein Drucker mit einer Anzahl von Laserstrahlquellen verwendet wird, bei dem die Laser einzeln und nicht in der Art eines Arrays angeordnet sind, ist es erforderlich, daß die Positionen der Laserstrahlquellen genau eingestellt werden, um die Variationen in den Zeitabständen der gegenseitigen Abstände der Laserstrahlquellen zu korrigieren. Wie erwähnt, sollen die Laser bzw. die Emissionspunkte so nahe wie möglich beieinander angeordnet werden. Ein Beispiel für einen optischen Drucker, bei dem die Laser so angeordnet sind, daß die Emissionspunkte nahe beieinanderliegen, ist in der US-PS 46 44 160 und der JP-OS 1 66 916/1985 beschrieben und in der Fig. 2 dargestellt. Die Laserstrahlen 21, 22, die von zwei Lasern 11, 12 ausgesendet werden, werden durch ein Prisma 10 im wesentlichen der gleichen Richtung in ein optisches System eingeführt, das aus einem rotierenden Polygonspiegel 5 und einer Linse 6 besteht. Die Bezugszeichen 91, 92 bezeichnen Stellglieder und 41, 42 Steuergeräte zur Steuerung dieser Stellglieder. Damit die beiden Laser-Lichtpunkte 71, 72 auf der abzutastenden Oberfläche einen festen Abstand voneinander mit einem vorbestimmten Abstandswert aufweisen, wird ein Teil von jedem der Strahlen aus den Lasern auf vier abgeteilte Photodetektoren geführt, um einen Lichtpunkt auf den Lichteinfallabschnitten  $A_1$ ,  $A_2$  und einen weiteren Lichtpunkt auf den Lichteinfallabschnitten  $A_3$ ,  $A_4$  der Photodetektoren zu bilden; und es werden die Ausgangssignale (Detektionssignale)  $B_1-B_2$ ,  $B_3-B_4$  von diesen Lichteinfallabschnitten abgeführt. Die so erhaltenen Signale werden als Lichtpunkt-Steuer- bzw. Regelsignale verwendet, und optische Reflektoren 31, 32 werden von den Stellgliedern 91, 92 so eingestellt, daß die Lichtpunkte stabil in vorbestimmten Positionen bleiben. Dabei werden die Durchmesser der Lichtpunkte 71, 72, die in der sekundären Abtastrichtung bewegt werden, und die der Lichtpunkte 771, 772 in der sekundären Abtastrichtung auf den vier abgeteilten Photodetektoren so gehalten, daß sie eine geometrieoptische Konjugationsbeziehung (mit einer Vergrößerung  $M$ ) aufweisen. Entsprechend sind die Durchmesser der Photodetektoren und der Abstand zwischen den beiden Lichtpunkten gleich den Produkten der Durchmesser der Lichtpunkte und dem Abstand zwischen diesen Lichtpunkten auf der abzutastenden Oberfläche und der Vergrößerung  $M$ . Wenn unter Verwendung von zwei Laserstrahlen ein Abtastvorgang über benachbarte Linien oder Zeilen ausgeführt wird, sind die vier abgeteilten Photodetektoren mit Kontakt zueinander in der sekundären Abtastrichtung so angeordnet, wie es in der Fig. 3 gezeigt ist und die Lichtpunkte 781, 782 sind genau so auf den Lichteinfallabschnitten ( $A_1$ ,  $A_2$ ) und ( $A_3$ ,  $A_4$ ) abzubilden, wie es in der Zeichnung gezeigt ist. Es besteht die Möglichkeit, daß zum Beispiel der Lichtpunkt 781 auf den Lichteinfallabschnitt ( $A_3$ ,  $A_4$ ) in einem regulär gerichteten Zustand oder in einem umgekehrt gerichteten Zustand auf Grund von Rauschen oder einem Fehler abgebildet wird. In einem solchen Fall tritt Übersprechen auf, und es wird schwierig, die Lichtpunkte unabhängig voneinander zu steuern. Es ist folglich erforderlich, diese Probleme dadurch zu vermeiden, daß die Lichteinfallabschnitte ( $A_1$ ,  $A_2$ ) ( $A_3$ ,  $A_4$ ) einen solchen Abstand aufweisen, daß keine Schwierigkeiten entstehen.

Bisher wurden die Probleme beschrieben, die in einem optischen Drucker mit einer Anzahl von Laserstrahlen mit den Abständen der Abtastzeilen in der sekundären Abtastrichtung, d. h. generell der Richtung

der Trommelbewegung verbunden sind. Die Probleme der Positionsbeziehung zwischen den Laserstrahlen in der primären Abtastrichtung werden nun beschrieben.

Es sind bereits Verfahren zur Feststellung der Positionen der abtastenden Laserstrahlen in der primären Abtastrichtung auf der Basis der Zeitpunkte, bei dem die Laserstrahlen einen Photodetektor überstreichen, der am Ende einer abzutastenden Oberfläche angeordnet ist, bekannt. Die herkömmlichen Verfahren zum genaueren Feststellen der Positionen der abtastenden Laserstrahlen in der Haupt-Abtastrichtung schließen ein System ein, bei dem zwei abgeteilte Detektoren 81, 82 verwendet werden, die in der Haupt-Abtastrichtung getrennt sind, wie es in der Fig. 4 gezeigt ist (JP-OS 61 545/1979). Dabei wird ein Laserstrahl 52, mit dem eine lichtempfindliche Trommel 51 mittels eines Reflektors 53 abgetastet wird, auf der Grundlage der Ausgangssignale von diesen beiden Detektoren 81, 82 durch eine Differentialoperation davon festgestellt, und es wird die Position (der Zeitpunkt, bei dem der Laserstrahl die Detektoren passiert, auf der Basis des Zeitpunktes des Nulldurchganges dieser Ausgangssignale bestimmt. Dabei werden zwar, obwohl dieses System zugrundeliegt, nicht zwei Photodetektoren verwendet, sondern nur einer, um die Position des abtastenden Laserstrahles auf der Basis des Ausgangssignales dieses Photodetektors festzustellen. Die Gründe, warum nur ein Photodetektor verwendet wird, sind die folgenden: Wenn ein einziger Laser verwendet wird, ändert sich der Pegel der Ausgangsleistung davon über kürzere Zeiten nicht, und der Vorgang des Feststellens der Position des Strahles ist davon nur sehr wenig beeinflusst. Es wird daher allgemein angenommen, daß die Feststellung der Position des Laserstrahles ohne besondere Schwierigkeiten auch von einem einzigen Detektor erfolgen kann. Wenn jedoch eine Anzahl von Lasern verwendet werden, wobei ein konstanter Unterschied zwischen deren Ausgangspegeln vorhanden ist, wird es unmöglich, die Positionen der Laserstrahlen durch einen einzigen Photodetektor exakt festzustellen. Die Fig. 5 zeigt den Einfluß der Unterschiede zwischen den Ausgängen einer Anzahl von Lasern. Es wird der Fall beschrieben, bei dem die Laser-Ausgänge so streuen, wie es durch die Bezugszeichen 1001 bis 1003 gezeigt ist. Bei diesem Unterschied zwischen den Ausgangspegeln einer Anzahl von Lasern ist festzustellen, daß, wenn ein Schwellenwert 101 bei einem bestimmten Pegel der Laser-Ausgangssignale festgelegt wurde, um dadurch die Positionen der Laserstrahlen zu bestimmen, die Zeitsignale 1021 bis 1023, die bei diesem Schwellenwert 101 erhalten werden, nicht genau die Positionen der Laserstrahlen anzeigen, auch wenn die Durchmesser der Lichtpunkte auf gleiche Werte eingestellt sind.

Um einen photoempfindlichen Körper mit einer Anzahl von Laserstrahlen bei einem herkömmlichen optischen Drucker abzutasten, ist im Hinblick auf die geeignete Signalverarbeitung eine Abtastoperation mit aufeinanderfolgender Abtastung von benachbarten Zeilen erwünscht. Trotz dieser Tatsache ist es auf Grund von optischen und mechanischen Begrenzungen in der Praxis sehr schwierig, ein optisches System bereitzustellen, das für eine aufeinanderfolgende Abtastung geeignet ist.

Aufgabe der Erfindung ist es, einen optischen Drucker zu schaffen, bei dem der Druck ausgeführt werden kann, ohne daß eine Überlappung oder eine Lücke in den Abtastzeilen auftritt, auch wenn der Abstand zwischen den gleichzeitig an einen lichtempfindlichen Kör-

per geführten Abtaststrahlen groß ist.

Dabei sollen Überlappungen und Lücken in den Abtastzeilen durch genaues Erfassen der Positionsbeziehungen einer Anzahl von Laserstrahlen, die in der Haupt-Abtastrichtung ausgesendet werden, vermieden werden.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe dadurch gelöst, daß ein optischer Drucker geschaffen wird, bei dem ein qualitativ hochwertiger Vielzeilendruck durch genaues Einstellen der Positionen der Lichtpunkte einer Anzahl von Laserstrahlen, die gleichzeitig zur Ausführung eines Abtastvorganges verwendet werden, in der Haupt-Abtastrichtung und der sekundären Abtastrichtung auf geeignete Werte, oder durch genaues Bestimmen dieser Positionen durch Photodetektoren möglich ist.

Ausführungsbeispiele des erfindungsgemäßen optischen Druckers werden nun anhand der Fig. 6 bis 16 der Zeichnung näher erläutert. Es zeigt

Fig. 6 das Grundkonzept der Arbeitsweise des erfindungsgemäßen Druckers;

Fig. 7 die Arbeitsweise einer ersten Ausführungsform des Druckers zur Illustration der Möglichkeit der Ausführung einer optischen Abtastung mit zwei Laserstrahlen ohne Überlappungen und Lücken in den Abbildungen;

Fig. 8 die Arbeitsweise einer zweiten Ausführungsform des Druckers mit drei Laserstrahlen;

Fig. 9 die Arbeitsweise einer dritten Ausführungsform des Druckers mit vier Laserstrahlen;

Fig. 10 schematisch den Aufbau eines optischen Druckers mit vier Lasern;

Fig. 11 ein Blockschaltbild zur Darstellung der Beziehung zwischen einem Pufferspeicher und dem Auslesen von Daten;

Fig. 12 den Aufbau einer Ausführungsform des optischen Druckers mit abgeteilten Photodetektoren, die aneinander in der Haupt-Abtastrichtung angrenzen;

Fig. 13 ein Beispiel der Anordnung der Photodetektoren in der Ausführungsform der Fig. 12;

Fig. 14 ein Signal, das die festgestellten Positionen der Laserstrahlen in der Haupt-Abtastrichtung enthält;

Fig. 15 ein Blockschaltbild eines Schaltkreises für das Weiterführen von Signalen, die die Positionen der Laserstrahlen anzeigen, zu Laser-Treiberschaltungen und

Fig. 16 die Anordnung wesentlicher Teile einer weiteren Ausführungsform des Druckers mit einem Halbleiterlaser-Array.

Bei dem erfindungsgemäßen optischen Drucker mit  $n$  Laserstrahlen wird das Überlappen der Abtaststrahlen in der sekundären Abtastrichtung und das Entstehen von Lücken dazwischen durch Einhalten der Beziehung

$$l = (n - 1)a + m \cdot n \cdot a \quad (1)$$

vermieden, wobei  $m$  eine ganze Zahl mit  $m \geq 1$ ;  $a$  der Abstand in der sekundären Abtastrichtung zwischen benachbarten Laser-Lichtpunkten auf der Druckfläche des optischen Druckers nach einem Druckvorgang; und  $l$  der Abstand in der sekundären Abtastrichtung zwischen benachbarten Laserstrahlen auf der Oberfläche einer lichtempfindlichen Trommel ist. Deshalb kann bei dem Drucker die optische Abtastung simultan erfolgen, ohne daß Abtastlinien wegfallen, mit der Ausnahme der Unterdrückung mehrerer Abtastzeilen bei Druckbeginn, wenn die benachbarten Zeilen nicht aufeinanderfolgend durch die Laserstrahlen abgetastet werden.

In der Haupt-Abtastrichtung sind an den Stellen an der Außenseite einer Druckbreite, die dem Abtastende

eines Laserstrahles entsprechen, abgeteilte Photodetektoren angeordnet, um exakt den Zeitpunkt zu bestimmen, an dem die Laserstrahlen über die Photodetektoren streichen, und um dadurch die Positionen der Laserstrahlen sicher festzustellen. Wenn die Laserstrahlen mit Bezug auf diese Positionen gesteuert werden, kann ein Druck mit hoher Qualität erfolgen, auch wenn die Ausgangspegel dieser Laserstrahlen unterschiedlich sind.

Im folgenden wird die Arbeitsweise des erfindungsgemäßen Druckers beschrieben.

Die Fig. 6 zeigt den Abstand zwischen Laserstrahlen in der sekundären Abtastrichtung auf der lichtempfindlichen Trommel eines optischen Druckers mit  $n$  Laserstrahlen. Die in der Zeichnung dargestellten Positionen zeigen die Positionen vom ersten bis zum  $n$ -ten Laserstrahl an. Es ist ersichtlich, daß die Laserstrahlen jeweils einen Abstand  $l = (n - 1)a + mna$  voneinander haben, d. h., daß zwischen den Laserstrahlen, die gleichzeitig die Trommel abtasten, beim einzelnen Abtastvorgang Abtastzeilen in einer Anzahl freibleiben, die der Größe  $l$  entspricht. Wie es möglich ist, daß die optische Abtastung unter diesen Bedingungen ohne Schwierigkeiten auszuführen ist, wird nun mit Bezug auf die in der Fig. 7 bis 9 gezeigten konkreten Beispiele beschrieben.

Die Fig. 7 zeigt die Positionsbeziehungen bei der Verwendung von zwei Laserstrahlen ( $n = 2$ ). Die in der Spalte "ZNr." angegebenen Zeilennummern stehen für die Nummern der von der Oberseite her gezählten Abtastzeilen, und die Zeichen  $\Delta$ ,  $\square$  für zwei Laserstrahlen. Die Zahlen  $P$  in den Zeichen  $\Delta$ ,  $\square$  stellen jeweils den  $P$ -ten Abtastvorgang dar. Bei einem herkömmlichen Beispiel, bei dem der Abstand  $l$  zwischen zwei Laserstrahlen gleich  $a$  und  $m = 0$  ist, erfolgt die optische Abtastung aufeinanderfolgend von der Oberseite her. Wenn jedoch  $m = 1$  ist, werden die Zeilennummern 1 und 4 beim ersten Abtastvorgang gedruckt, die Zeilennummern 3 und 6 beim zweiten Abtastvorgang, die Zeilennummern 5 und 8 beim dritten Abtastvorgang usw. Entsprechend erfolgt ein "dichter" Druck ab der Zeilennummer 3. Wenn  $m = 2$  ist, sind beim ersten Abtastvorgang die Laserstrahlen in den Zeilennummern 1 und 6 vorhanden; beim zweiten Abtastvorgang in den Zeilennummern 3 und 8, und beim dritten Abtastvorgang in den Zeilennummern 5 und 10. Die Abtastung erfolgt damit durchgehend bei allen Zeilennummern größer 5.

Ein aneinander anschließender "dichter" Druck wird somit ab der Zeilennummer erreicht, die größer gleich der der Abtastzeile ist, die der Position eines schraffierten Dreiecks in der Zeichnung entspricht.

Die Fig. 8 zeigt die Positionsbeziehungen zwischen den Laserstrahlen, wenn  $n = 3$  ist, wobei die drei Laserstrahlen durch  $\Delta$ ,  $\square$ ,  $\circ$  dargestellt sind. Die Definition der Zeilennummer und von  $m$  sind die gleichen wie bei der Fig. 7 und  $l$  erfüllt für die Fig. 8 ebenfalls die Gleichung (1). Das heißt, daß die optische Abtastung auch dann ausgeführt werden kann, wenn  $m$  nicht Null ist.

Die Fig. 9 zeigt ein Ausführungsbeispiel mit  $n = 4$ , wobei  $\Delta$ ,  $\square$ ,  $\circ$ ,  $\diamond$  die vier Laserstrahlen darstellen. Es ist ersichtlich, daß, wenn die Laserstrahlen voneinander gemäß der Gleichung (1) wie bei den Ausführungsformen mit  $n = 2$  und  $n = 3$  beabstandet sind, die Abtastvorgänge in allen Zeilennummern ausgeführt werden, ausgenommen einige Abtastzeilen am Anfang der Abtastung.

Wie bei dem vorhergehenden Beispiel erfolgt die Abtastung der einzelnen Zeilen in den Fällen der Fig. 8 und 9 für  $m = 0$  aufeinanderfolgend (herkömmlichen Art des

Abtastens) und für  $m = 1$  und  $m = 2$  mit einem Abstand  $l$  zwischen den gleichzeitig abgetasteten Zeilen 1, 5 und 9 bzw. 1, 8 und 15 für die Fig. 8 und 1, 6, 11 und 16 bzw. 1, 10, 19 und 28 für die Fig. 9.

Wenn ein optischer Drucker mit einem Abstand  $l$  der Laserstrahlen größer als der Abstand  $a$  der zu druckenden Abtastzeilen (zum Beispiel  $l = 2a, 3a, \dots$ ) vorliegt, erfolgt die Weglassung einiger Abtastzeilen unmittelbar nach dem Beginn der Abtastoperation. Diese Weglassung von Abtastzeilen hat jedoch im wesentlichen keinerlei Einfluß auf das optische Drucken von Informationen bis zu Zeilennummern über 200, da der Druck tatsächlich an einem Rand des Papiers beginnt, und da in vielen Fällen bei regulären optischen Druckern, bei denen der Abstand der Abtastzeilen 30 bis 100  $\mu\text{m}$  beträgt, kein Druck von Informationen innerhalb eines 2 bis 3 mm breiten Bereiches am Rand des Papiers erfolgt.

Obwohl die Weglassung von Abtastzeilen auch unmittelbar vor dem Ende des Druckvorganges auftritt, entstehen dadurch im wesentlichen ebenfalls keine Probleme, da diese Weglassung in einem Bereich des Papiers erfolgt, der in der Umgebung des Randes oder des Falzes davon liegt.

Die Daten, die bei dieser Ausführungsform eines Druckers verwendet werden, sind verschieden von den Daten für den Fall  $m = 0$ , und die Signale von einem Rechner können beispielsweise für die Ausführungsform der Fig. 9 nicht sequentiell abgegeben werden. Wenn jedoch ein Pufferspeicher vorgesehen wird, wie es in der Fig. 10 gezeigt wird, ist es möglich, die Informationen unter einer geeigneten Adresse zu einem Laserstrahl zu übertragen, so daß keine Schwierigkeiten auftreten.

Die Fig. 10 zeigt eine erste Ausführungsform eines Laserdruckers mit einer Anzahl  $n = 4$  von Lasern. Die Bezugszeichen 1011 bis 1014 bezeichnen Halbleiterlaser (die aus einem Array oder aus einer Anzahl von Einzel Lasern bestehen können), das Bezugszeichen 1005 einen Pufferspeicher (einschließlich eines Steuerteiles), der Druckdaten für eine Seite speichert, und das Bezugszeichen 1006 einen Rechner, der den Drucker über den Pufferspeicher 1005 auf der Basis der Ergebnisse von Berechnungen steuert. Die Daten über die zu druckenden Informationen, die vom Rechner 1006 in den Pufferspeicher gegeben werden, werden mittels eines Adressensignales, das auf der Basis der Gleichung (1) erzeugt wird, zu den Halbleiterlasern 1011, 1012, 1013 und 1014 übertragen, und diese Laser werden von diesen Datensignalen angesteuert. Die Laserstrahlen dieser Laser werden für die Abtastoperation durch eine Kollimatorlinse 1007, über einen rotierenden Polygonspiegel 1008 und durch eine Linse 1009 geführt. Die Bezugszeichen 2001 bis 2004 bezeichnen Abtast-Lichtpunkte, die zur Abtastung in einer eindimensionalen Richtung gemäß der Bewegung des rotierenden Polygonspiegels 1008 verwendet werden.

Wenn der Abstand  $l$  zwischen den Laser-Lichtpunkten auf einen Wert eingestellt wird, der gemäß der Gleichung (1) auf der Basis von  $n$ ,  $a$  und  $m$  eingestellt wird, wobei die Daten vom Pufferspeicher 1005 geeignet verwendet werden, erfolgt die optische Abtastung mit einer Anzahl von Laserstrahlen gleichzeitig, ohne daß Überlappungen und Lücken auftreten. Der Abstand  $l$  kann auf der Basis der Multiplikation

$$d \times f_2/f_1$$

(2)

auf einen vorbestimmten Wert eingestellt werden, wo-

bei der Abstand zwischen den benachbarten Halbleiterlaser-Strahlquellen 1011 bis 1014 durch den Bruchteil aus der Brennweite  $f_1$  der Kollimatorlinse 1007 zu der Brennweite  $f_2$  der Linse 1009 bestimmt ist. Um diese Einstellung durchführen zu können, können diese Teile so ausgebildet sein, daß wenigstens einer der Werte von  $d$ ,  $f_1$  oder  $f_2$  verändert werden kann (in der Zeichnung nicht gezeigt).

Die Beziehung zwischen dem Pufferspeicher 1005 und dem Auslesen der Daten wird nun mit Bezug auf die Fig. 11 dargestellt. Der in dieser Figur von einer gestrichelten Linie umgebene Teil bildet den Pufferspeicher 1005. Ein Speicher 700 darin enthält die Daten für  $N$  Zeilen Druck, die vom Rechner 1006 abgegeben wurden. Die Leitungen dazwischen umfassen Adressenleitungen  $\odot$  bis  $\ominus$ , die mit einem Datenverteilungskoppler 1007 verbunden sind. Die Ausgangssignale 1116 für die Laserstrahlen, die an einem Photodetektor 8 für die Abtastpositionen erhalten werden, laufen durch einen Verstärker 1102 und werden in Binärsignale 1110 umgewandelt, die durch einen Verteiler 1103 laufen und in Signale 1111, 1112, 1113 und 1114 umgewandelt werden. Diese Signale werden an die Laser-Treiberschaltungen 1121, 1122, 1123 und 1124 angelegt. Ein Abtast-Startsignal 1118 wird vom Verteiler 1103 ebenfalls zu dem Verteilungskoppler 1007 gesendet. Da die Nummer der zu startenden Abtastung durch das Signal 1118 bestimmt werden kann, sind die Speicher 700 und die Laser-Treiberschaltungen 1121 bis 1124 sequentiell gemäß der in der Gleichung (1) gegebenen Bedingung verbunden. Die Treiberschaltungen 1121 bis 1124 empfangen die Signale 1111 bis 1114, die die festgestellten Positionen darstellen, vom Verteiler 1103, und senden diese Signale vom Speicher 700 zu den Halbleiterlasern.

Die zweite Ausführungsform des optischen Druckers wird nun mit Bezug auf die Fig. 12 erläutert.

Die Bezugszeichen 11, 12 bezeichnen dabei Halbleiterlaser, und die Bezugszeichen  $A_1$ ,  $A_2$ ,  $A_3$  und  $A_4$  abgeteilte Photodetektoren zur Feststellung des Abstandes zwischen aufeinanderfolgenden abgetasteten Zeilen. Das Bezugszeichen 10 bezeichnet wieder das Prisma zur Einführung des größeren Teiles des Laserlichtes in ein Abtastsystem und eines Teiles des Lichts in die Photodetektoren  $A_1$  bis  $A_4$  und 81, 82 die Photodetektoren, die an einer Stelle außerhalb der Druckbreite und am Ende einer von den Laserstrahlen abzutastenden Oberfläche angeordnet sind, und die aneinander in der Haupt-Abtastrichtung angrenzen. Die Positionen, in denen sich die Photodetektoren  $A_1$  bis  $A_4$  befinden, und die abzutastende Fläche (die Oberfläche einer lichtempfindlichen Trommel 200, auf die das Licht einfällt) stehen bezüglich der sekundären Abtastrichtung in einer geometrieoptisch konjugierten, abbildungserzeugenden Beziehung. Das Verhältnis des Abstandes zwischen zwei Abtastzeilen auf der abzutastenden Fläche zum Durchmesser des konzentrierten Lichtpunktes in der sekundären Abtastrichtung wird dementsprechend gleich dem Verhältnis des Abstandes zwischen zwei Laser-Lichtpunkten auf den Oberflächen der Photodetektoren  $A_1$  bis  $A_4$  zum Durchmesser der Lichtpunkte. Anstelle des Einstellens zweier Abtastzeilen auf der abzutastenden Fläche können daher die Positionen der Lichtpunkte auf den Oberflächen der Photodetektoren  $A_1$  bis  $A_4$  so bestimmt werden, daß die Abtastzeilen einen vorbestimmten Abstand voneinander haben. Eine Steuerung 30 wird dann so betrieben, daß die Differentialsignale  $A_1 - A_2$ ,  $A_3 - A_4$ , die im vorhergehenden Schritt erhalten wurden, korrigiert werden, wobei die Korrektur der Signale

durch Bewegung der optischen Ablenkeinheiten 31, 32 ausgeführt werden kann. Dabei werden die Laserstrahlen so zugeführt, daß sie in vertikaler Richtung beabstandet und in horizontaler Richtung versetzt sind, wie es bei ( $A_1, A_2$ ) und ( $A_3, A_4$ ) in der Fig. 13 gezeigt ist.

Da bei dieser Ausführungsform  $n = 2$  ist, sind die Photodetektoren so angeordnet, daß der Abstand dazwischen zu

$$l = a' + 2ma \quad (3)$$

wird, wobei der Abstand zwischen den Photodetektoren an der Trommeloberfläche die Bedingung  $l = a + 2ma$  erfüllt. In der sekundären Abtastrichtung stehen die zu druckende Fläche und die Oberflächen der Photodetektoren in konjugierter Beziehung. Mit einer Vergrößerung  $M$  können dann die folgenden Gleichungen erhalten werden (unter der Voraussetzung, daß der Durchmesser der Laserstrahlen auf den Photodetektoren und der der Photodetektoren im wesentlichen gleich sind):

$$l = Ml' \\ a = Ma'$$

Der Abstand  $l'$  zwischen den Laser-Lichtpunkten ( $A_1, A_2, A_3, A_4$ ) in der sekundären Abtastrichtung wird durch die Gleichung (3) ausgedrückt. Die Positionen der beiden Laserstrahlen müssen einen solchen Abstand voneinander haben, daß die Laserstrahlen nicht gleichzeitig auf die Photodetektoren 81, 82 fallen, so daß diese Laser in der Haupt-Abtastrichtung in einem Abstand versetzt sein können, der dem Abstand entspricht, den die Laserstrahlen haben. In der Fig. 12 steht das Bezugszeichen 121 für eine Linse, die bei dieser Ausführungsform aus einer Zylinderlinse besteht. Bezüglich dieser Linse ist zu bemerken, daß diese, wenn sie nur in der sekundären Abtastrichtung verstellt wird, auch aus einer sphärischen Linse bestehen kann.

In der Haupt-Abtastrichtung sind an einem Ende der abzutastenden Fläche die beiden abgeteilten Photodetektoren 81, 82 angeordnet, die praktisch ebenfalls vom Laserstrahl abgetastet werden. Die Positionen der Laserstrahlen werden mit Bezug zu dem Zeitpunkt bestimmt, bei dem die Laserstrahlen über die Photodetektoren laufen, und es werden Drucksignale für das Ein- und Ausschalten der Laser erzeugt, wenn eine vorbestimmte Zeitdauer danach verstrichen ist. Dabei werden die Differenzsignale der beiden Photodetektoren 81, 82 betrachtet, die in der Fig. 14 gezeigt sind, und die Zeitpunkte 141, 142, an denen die Ausgangssignale  $S_1, S_2$  der Detektoren der Nulllinie kreuzen, werden als der Zeitpunkt festgelegt, an dem die Laserstrahlen die Photodetektoren passieren. Der Grund dafür, warum wie beschrieben zwei abgeteilte Photodetektoren 81, 82 verwendet werden, liegt darin, daß es sehr schwierig ist, die optischen Ausgangsleistungen der beiden Laser und die Laserprofile identisch zu machen. Um die Ausgangsleistung der Laser zu stabilisieren, wird zwar das Licht, das von dem Ende der Laser ausgestrahlt wird, das dem zur Emission verwendeten Ende gegenüberliegt, durch Überwachungs-Photodetektoren geregelt. Die Stabilität der Laser-Ausgangsleistungen bei einer solchen Regelung mit negativer Rückkopplung beträgt jedoch bestenfalls 5 bis 6%.

Die oben beschriebene Ausführungsform bewirkt trotz dieser Streuungen in den Eigenschaften der Laserstrahlen eine genaue Bestimmung der Positionen dieser Strahlen. Würde nur ein Photodetektor verwendet, wür-

den sich diese Eigenschaften der Laserstrahlen negativ auswirken, wie es im Zusammenhang mit der Fig. 3 erläutert wurde.

Bei dem hier beschriebenen Drucker werden die Ausgangssignale  $S_3$  der beiden Laser als  $S_4, S_5$  mittels eines Verteilers 199 zu Signalgeneratoren 2011, 2012 übertragen, wie es in der Fig. 15 gezeigt ist, und Drucksignale  $S_4', S_5'$  können eine vorbestimmte Zeit  $t$  nach der Erzeugung der Signale  $S_4, S_5$  zur Ansteuerung der Laser 11, 12 erzeugt werden.

Eine dritte Ausführungsform des optischen Druckers wird nun mit Bezug auf die Fig. 16 beschrieben. Mit dieser Ausführungsform wird die Verwendung eines Halbleiterlaser-Arrays 160 erläutert. Wie eingangs dargestellt, beträgt der Durchmesser der Emissionspunkte in dem Halbleiterlaser-Array 1 bis 3  $\mu\text{m}$ , und der Abstand zwischen den Lasern beträgt nicht weniger als 50  $\mu\text{m}$ , um eine gegenseitige elektrische und thermische Beeinflussung der Laser auszuschließen.

Die Druckebene, in der sich die lichtempfindliche Trommel 200 befindet, und die Emissionspunkte der Halbleiterlaser stehen wieder über Linsen 161, 162 in einer geometrieoptisch konjugierten Beziehung. Um eine aufeinanderfolgende Abtastung benachbarter Zeilen ausführen zu können, kann daher das Laserarray 160 geneigt sein, um den Abstand zwischen benachbarten Abtastzeilen zu verringern. Der Winkel  $\theta$  ist hier so gewählt, daß die Gleichung (1) erfüllt ist, wobei darauf geachtet ist, daß kein Widerspruch zwischen dem Algorithmus des zu den Lasern gesendeten Signals und der optischen Beziehung der Gleichung (1) entsteht. Dabei bietet die vorliegende Ausführungsform große Freiheiten bezüglich der Konstruktion. Wenn der Wert von  $m$  in der Gleichung (1) genügend groß gewählt wird, so daß dieser Wert im wesentlichen gleich dem Abstand zwischen den Lasern wird, können Lücken und Überlappungen der Abtastzeilen vermieden werden, auch wenn das Halbleiterlaser-Array nur wenig in die Horizontale geneigt ist. In der Fig. 16 bezeichnet weiter das Bezugszeichen 163 einen optischen Reflektor, 5 einen rotierenden Polygonspiegel, 81, 82 die beiden abgeteilten Photodetektoren und 30 die Steuerung.

Für den Fall, daß der Abstand  $l$  zwischen benachbarten Laserstrahlen auf der Oberfläche der lichtempfindlichen Trommel und der von benachbarten Lasern nicht vollständig in Übereinstimmung gebracht werden kann, ist es erforderlich, daß das Halbleiterlaser-Array in einem gewissen Maß geneigt wird. In diesem Fall treffen die Laserstrahlen nacheinander zu verschiedenen Zeitpunkten auf die Photodetektoren 81, 82 zur Feststellung der Abtastposition. Zur Berichtigung des Zeitpunktes für ein Signal zur Datenausendung zu den Lasern können in diesem Fall zwei Methoden angewendet werden.

Die erste Methode ist wie folgt: Meist wird ein Halbleiterlaser-Array durch Anwendung einer Lithographie-Technologie hergestellt. Es kann daher angenommen werden, daß der Abstand zwischen benachbarten Lasern in einem solchen Laserarray sehr genau eingestellt ist. Deshalb wird nun der Zeitpunkt festgestellt, an dem der erste Laserstrahl den betreffenden Photodetektor passiert, und die Zeitpunkte, an denen die anderen Laserstrahlen über die betreffenden Photodetektoren laufen würden, werden vorab auf der Basis des Ergebnisses dieser Feststellung zur Verzögerung der Zeitpunkte, an denen die Druckdaten an die Laser gegeben werden, bestimmt. Die zweite Methode besteht darin, daß die Zeitpunkte, an denen tatsächlich Signale von den Laserstrahlen erhalten werden, verwendet werden. Für den

Fall, daß die erste Methode aufgrund von Streuungen der Ausgangspegel der Laser nicht anwendbar ist, kann die zweite Methode benutzt werden. Die Verwendung von zwei abgeteilten Photodetektoren, die aneinander in der Haupt-Abtastrichtung angrenzen, erhöht selbstverständlich bei beiden genannten Methoden die Abtastgenauigkeit. Insbesondere können bei der zweiten Methode Streuungen in den optischen Eigenschaften des Laserarrays aufgehoben werden.

Erfindungsgemäß ist somit ein optischer Drucker geschaffen worden, bei dem eine optische Abtastung ausgeführt werden kann, ohne daß Lücken oder Überlappungen der Abtastzeilen entstehen, auch wenn unter Anwendung einer Anzahl von Laserstrahlen keine sequentielle Abtastung benachbarter Zeilen in der sekundären Abtastrichtung ausgeführt wird. Der erfindungsgemäße optische Drucker ermöglicht die Vermeidung von Übersprecheffekten, die mit dem optischen System und mit Halbleiterlasern verbunden sind. Darüber hinaus kann durch die Verwendung von zwei abgeteilten Photodetektoren in der Haupt-Abtastrichtung die Qualität des Druckvorganges trotz Streuungen in den Ausgangsleistungen einer Anzahl von Lasern, deren Laserstrahlen zur Abtastung verwendet werden, erhöht werden. Mit dem erfindungsgemäßen Drucker kann somit bei Anwendung einer Anzahl von Laserstrahlen sowohl in der sekundären als auch in der Haupt-Abtastrichtung ein hochwertiger Druck erhalten werden.

30

35

40

45

50

55

60

65

3806785

FIG. 1

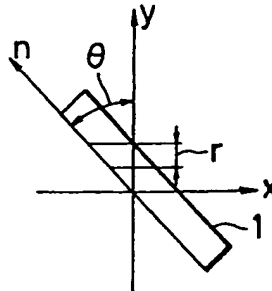
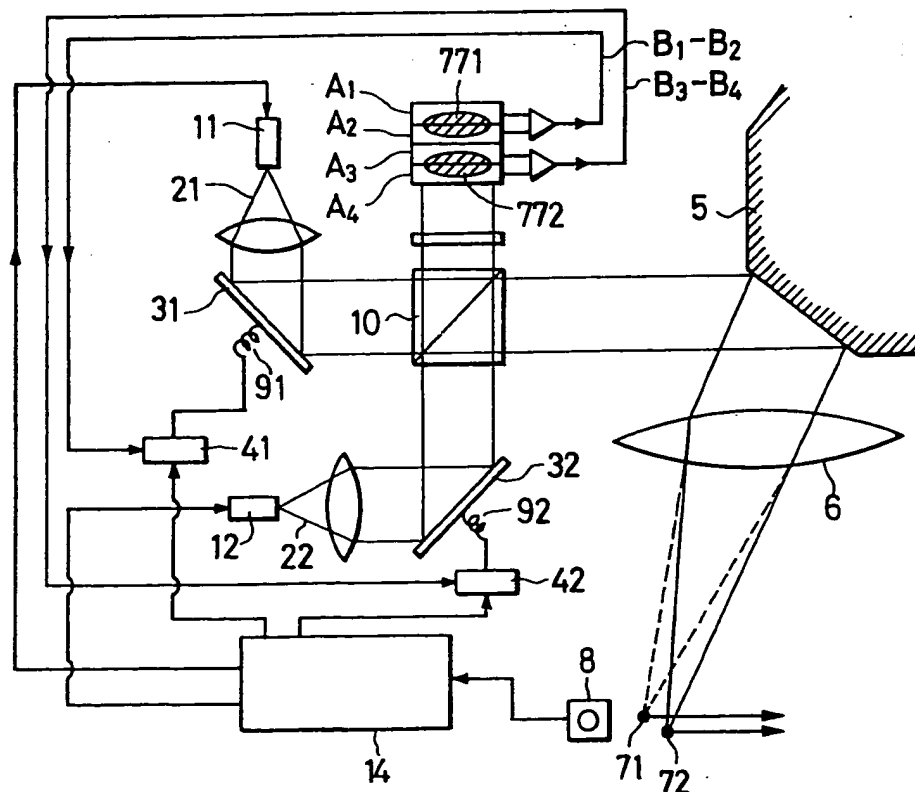


FIG. 2





3806785

FIG. 3

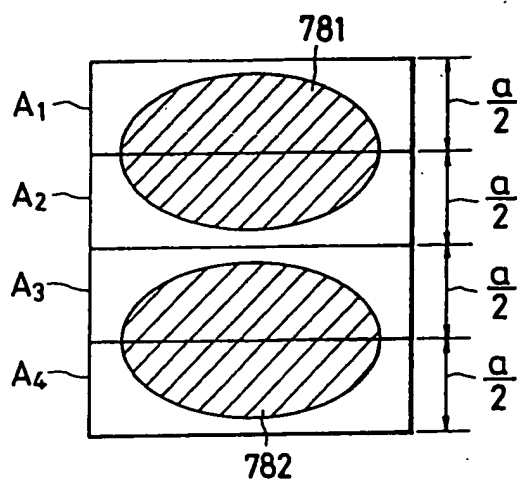


FIG. 4

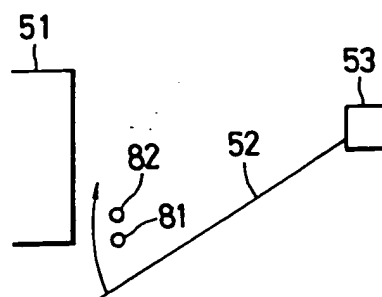
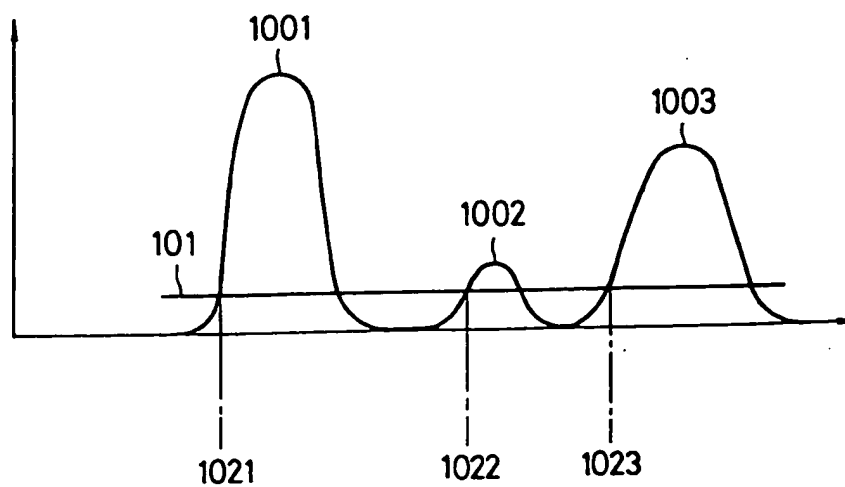


FIG. 5



000000

3806785

FIG. 6

POSITION DER LASER-LICHTPUNKTE

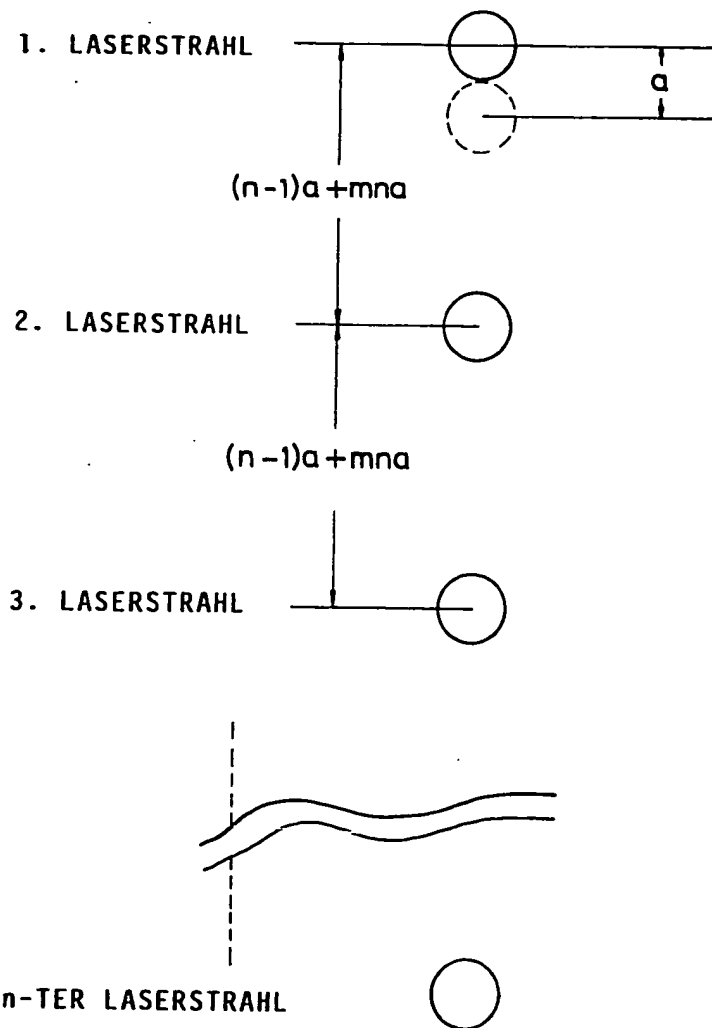
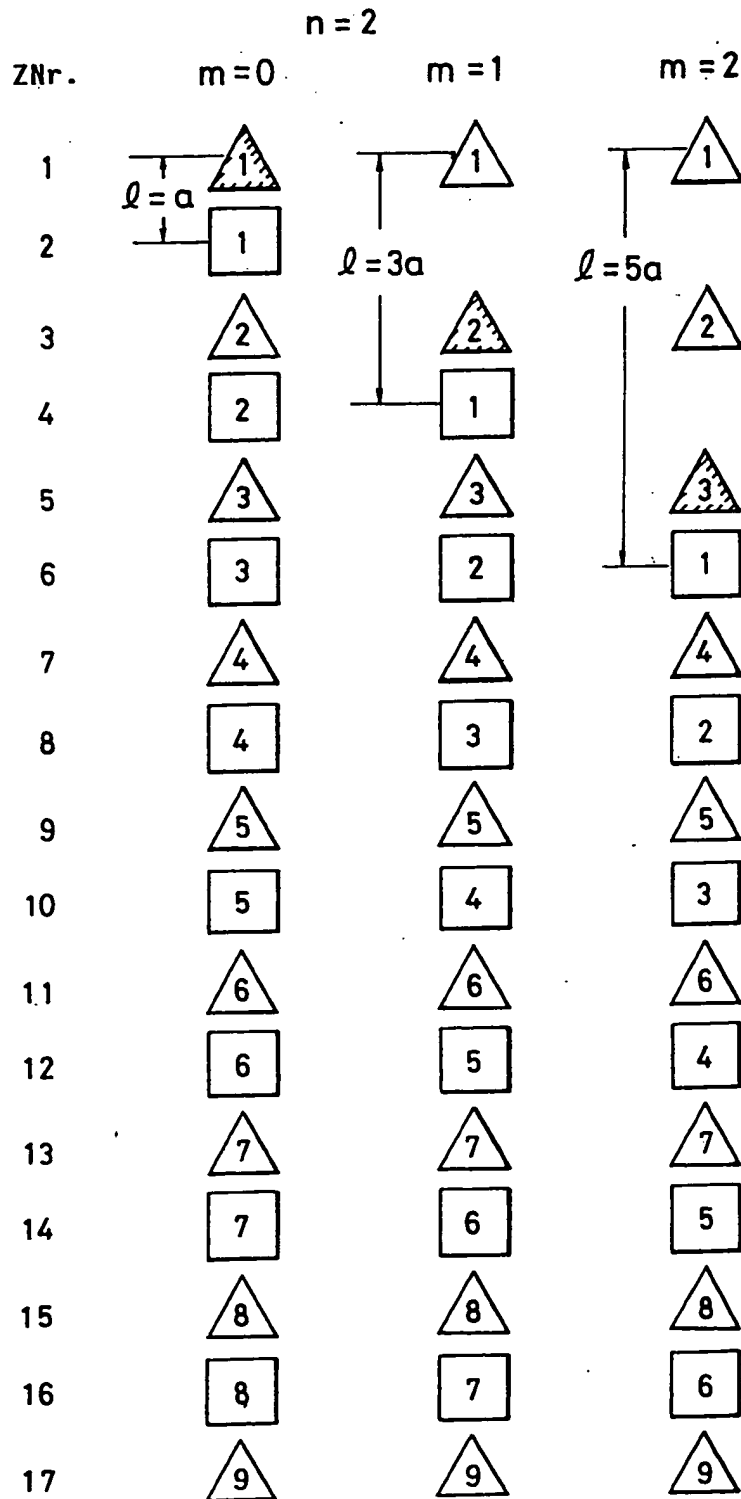


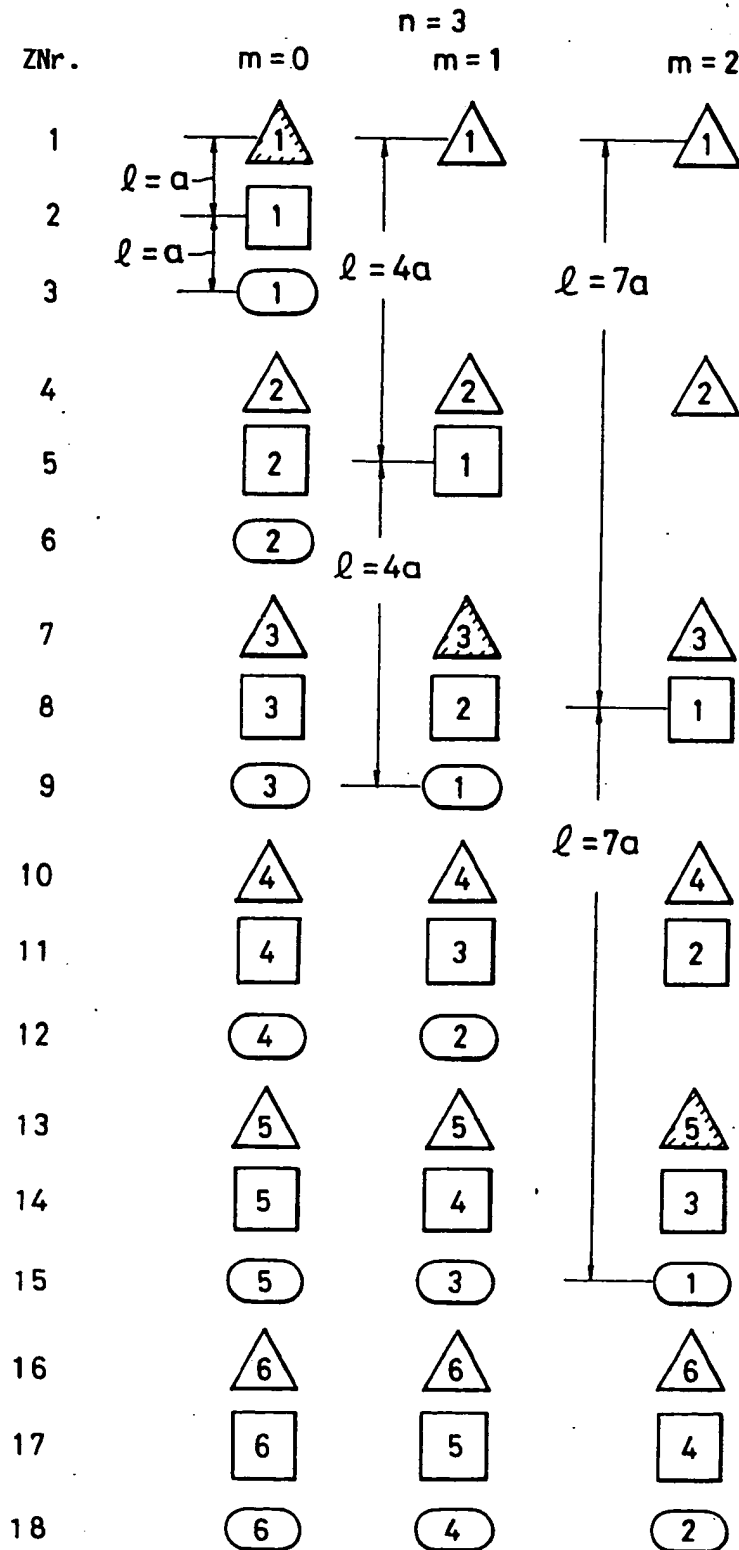
FIG. 7

3806785



3806785

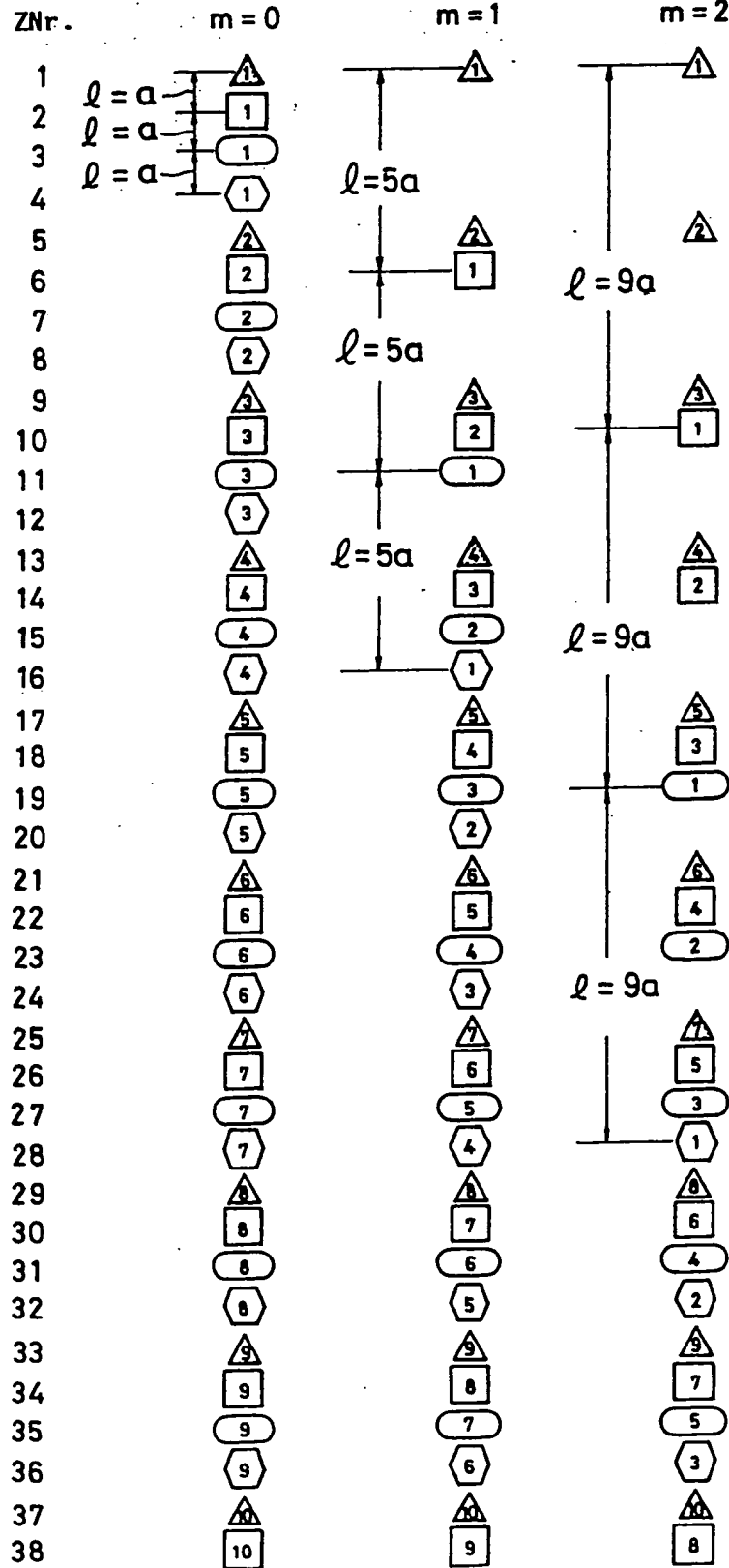
FIG. 8



3806785

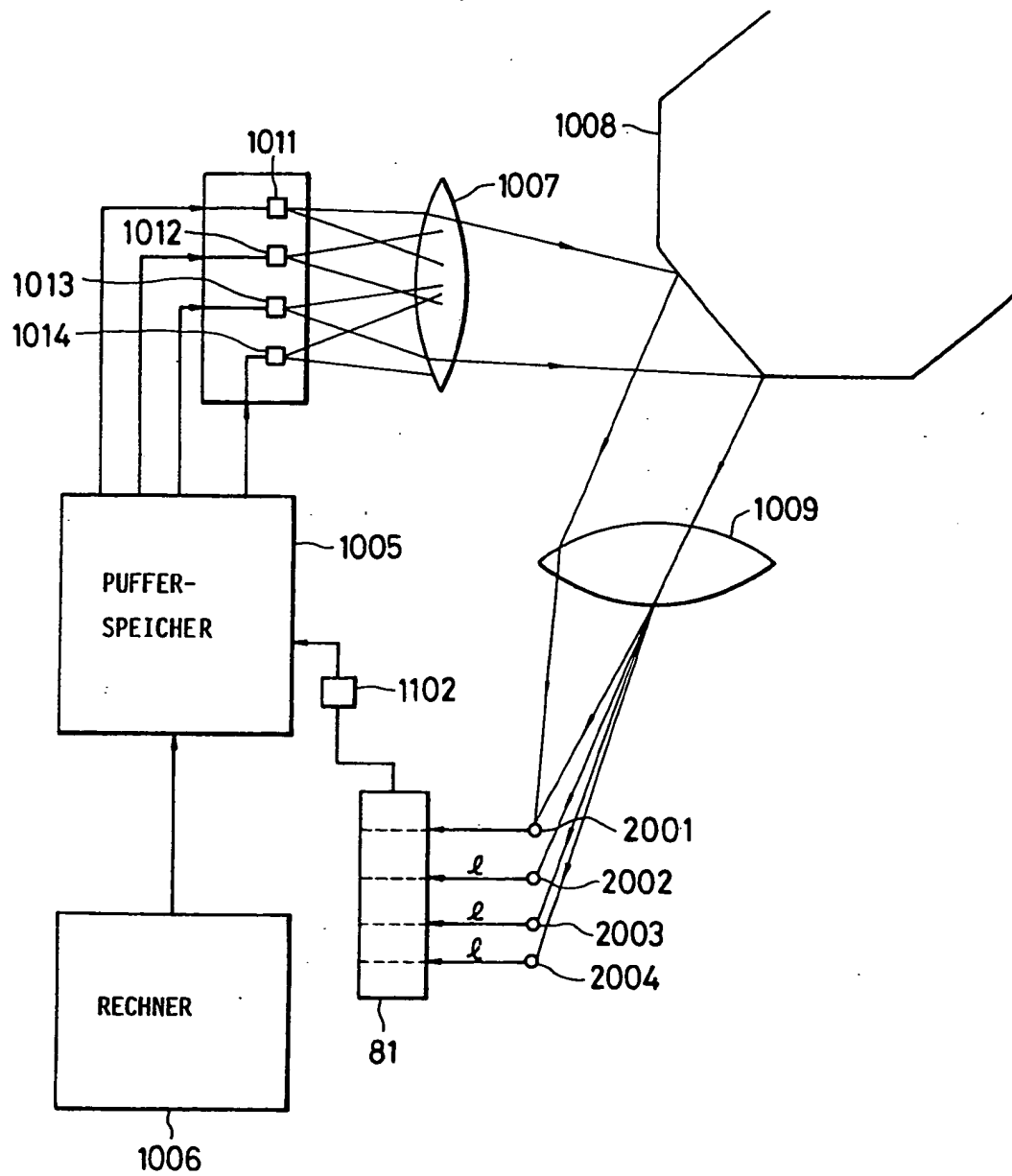
FIG. 9

$n=4$



3806785

FIG. 10



3806785

FIG. 11

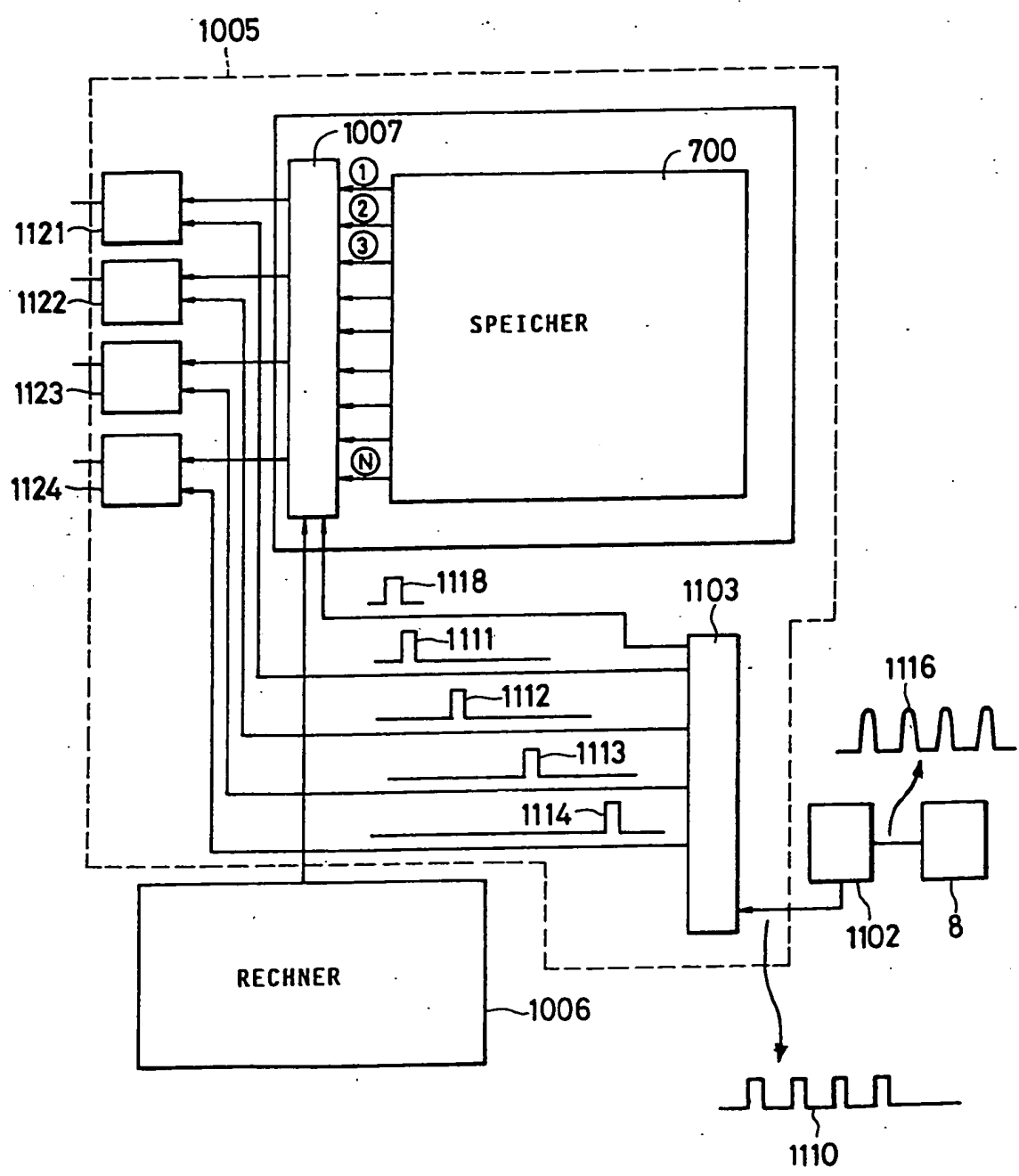


FIG. 12

3806785

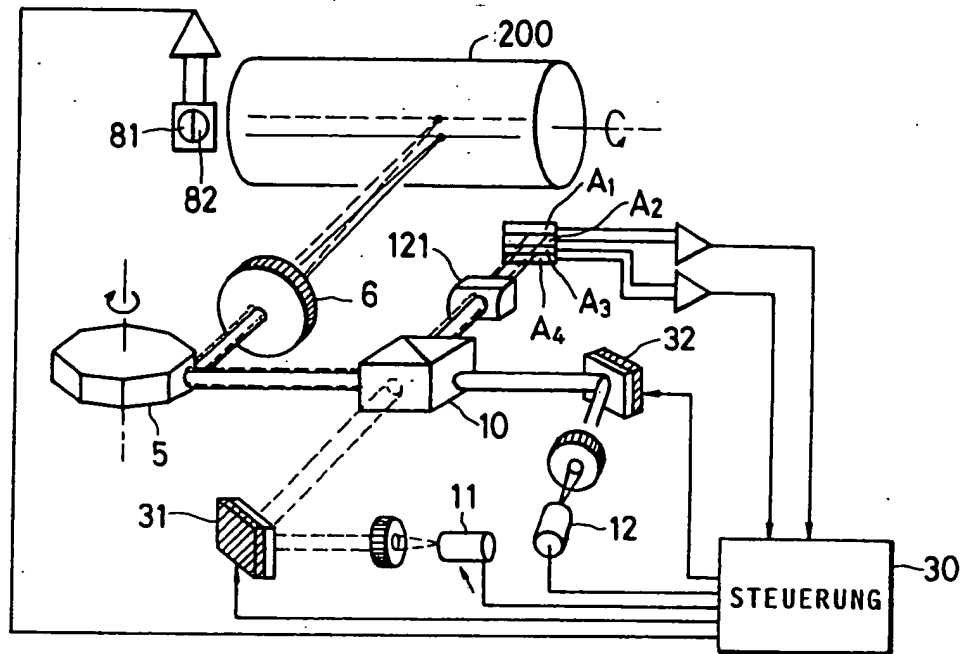
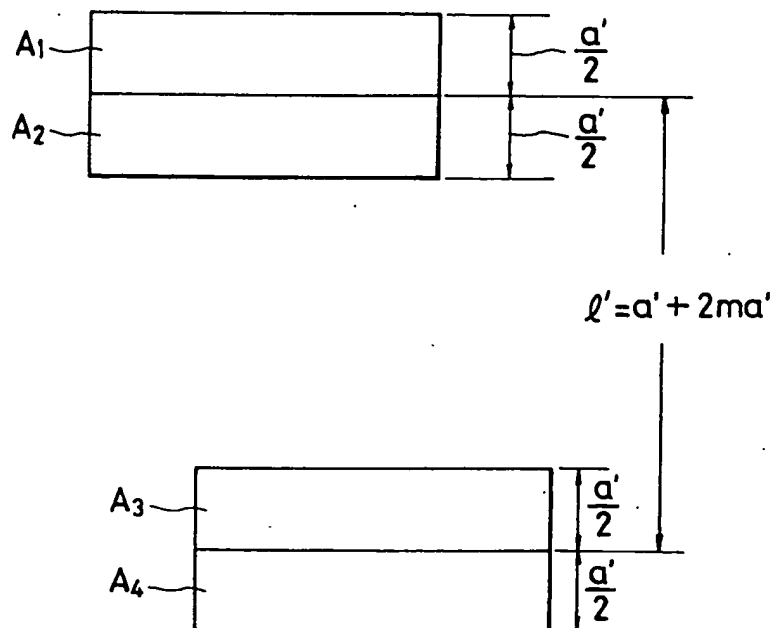


FIG. 13





3806785

FIG. 14

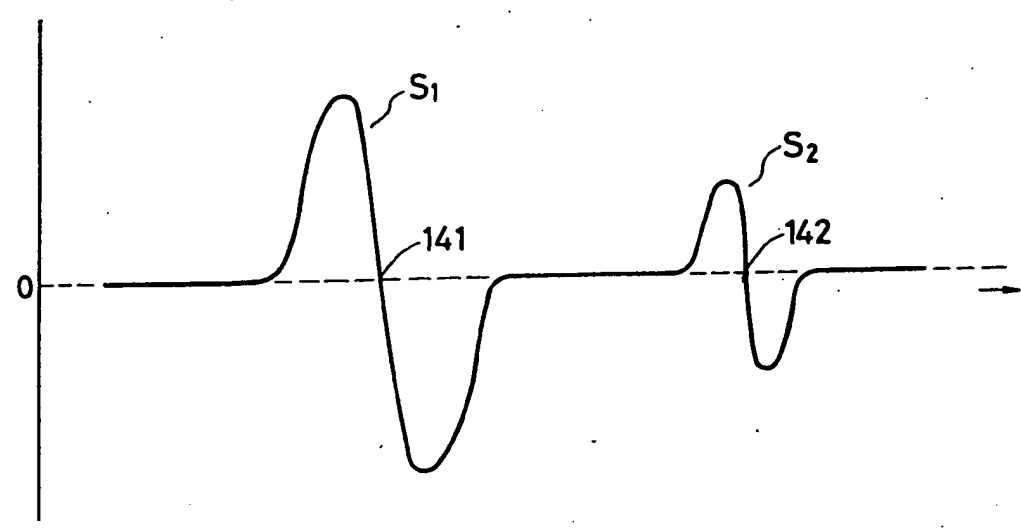
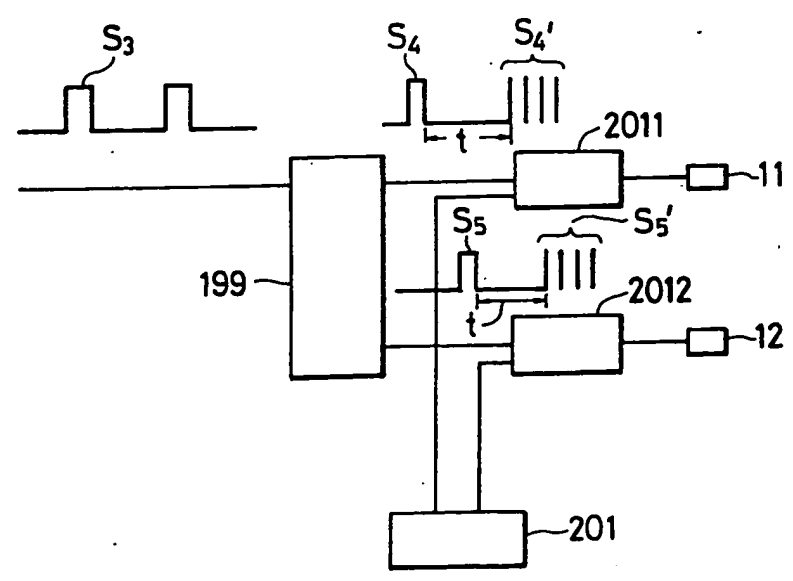


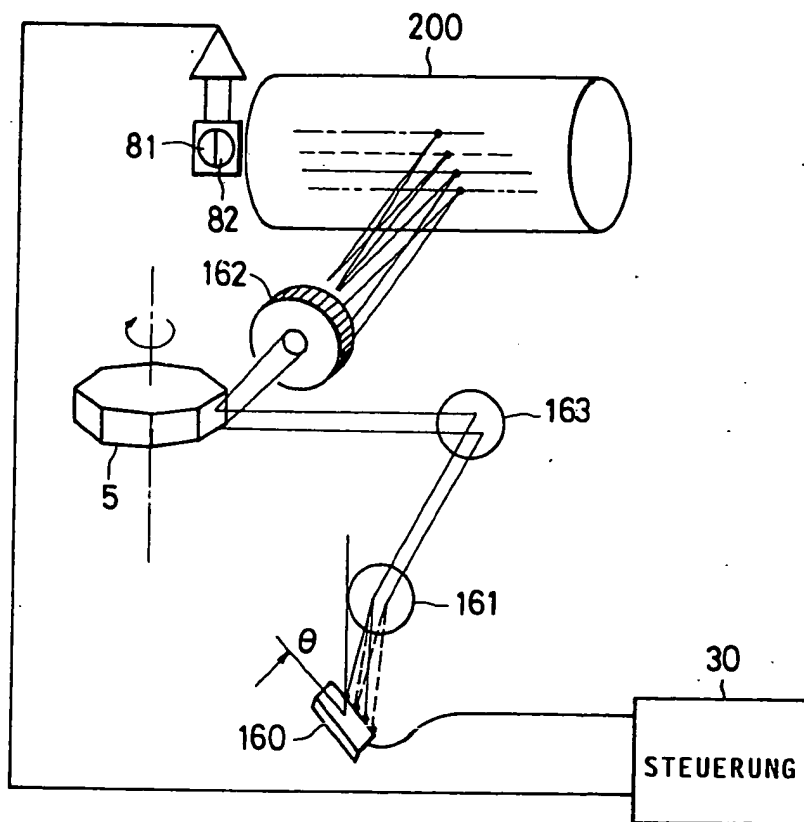
FIG. 15



32.

3806785

FIG. 16



Docket # A-2881  
Applic. # 09/901, 525  
Applicant: Blier

Lerner and Greenberg, P.A.  
Post Office Box 2480  
Hollywood, FL 33022-2480  
Tel: (954) 925-1100 Fax: (954) 925-1101